



**AgEcon** SEARCH

RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

# INFLUENCIA DEL TIPO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL FERMENTO Y SECADO

## INFLUENCE OF THE TYPE OF CACAO (*Theobroma cacao* L.) IN THE CHARACTERISTICS OF FERMENTING AND DRYING

**Caballero-Pérez, J.F.<sup>1</sup>, Avendaño-Arrazate, C.H.<sup>1\*</sup>, González-Ávila, N.A.<sup>2</sup>, López-Escobar, S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México. Av. Progreso No. 5. Santa Catarina Coyoacán. D.F. C.P. 04010. México. <sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Chapingo, México.

\*Autor de correspondencia: avendano.carlos@inifap.gob.mx

### RESUMEN

Para evaluar la influencia del tipo de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre características del cacao fermentado en cajas de madera y secado en secador solar tipo invernadero; de los clones H12, H13, RIM 44, RIM 88, RIM 105, CARMELO, CRIOLLO INIFAP y LAGARTO, fueron procesados al siguiente día de la recolección. La fermentación se realizó durante cinco días, con remociones de la masa fermentante cada 24 h. El secado se hizo por cinco días. Al grano se le midió las características físicas, así como el perfil de calidad química. El índice de fermentación presentó un incremento a medida que transcurrió el proceso fermentativo, alcanzando de 45 a 58 % en el día 2 y valores mayores a 95 % en el día 5. El tiempo de fermentación, en cajas de madera, de los granos de los clones RIM 44, RIM 88, RIM 105, CARMELO, CRIOLLO INIFAP es de cuatro días. El secado a humedad de 7 % en secador tipo invernadero tuvo una duración de cinco días en los granos de los clones RIM 44, RIM 88, RIM 105, CARMELO y CRIOLLO INIFAP. En estas condiciones los granos de los clones H12, H13 y LAGARTO fueron secados en seis días. En el secado disminuyeron la humedad, acidez, taninos, proteínas del cotiledón, pero se incrementó el pH. En conclusión, el perfil físico-químico del grano seco varió en función de los clones evaluados, los cuales presentan una gran potencial en la industria chocolatera por su alto contenido de grasa y buena capacidad antioxidante.

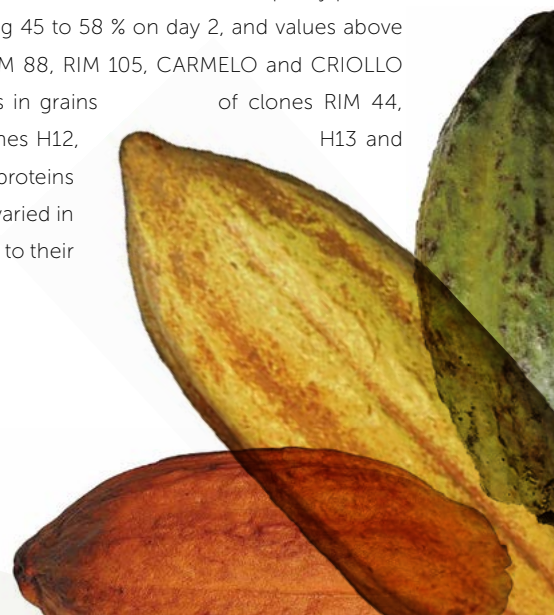
**Palabras claves:** calidad, beneficiado, chocolate.

### ABSTRACT

The influence of the type of cacao (*Theobroma cacao* L.) on the characteristics of fermented cacao in wood boxes and dried in a greenhouse-type solar dryer was evaluated, of the clones H12, H13, RIM 44, RIM 88, RIM 105, CARMELO, CRIOLLO INIFAP and LAGARTO, which were processed the day after collection. The fermentation was carried out for five days, with removal of the fermented pulp every 24 h. The drying was done for five days. The physical characteristics of the grain were measured, as well as the chemical quality profile. The fermentation index presented an increase as the fermentative process advanced, reaching 45 to 58 % on day 2, and values above 95 % on day 5. The fermentation time in wooden boxes, of the grains of clones RIM 44, RIM 88, RIM 105, CARMELO and CRIOLLO INIFAP, is four days. The drying to 7 % moisture in a greenhouse-type drier lasted five days in grains of clones RIM 44, RIM 88, RIM 105, CARMELO and CRIOLLO INIFAP. Under these conditions, the grains of clones H12, H13 and LAGARTO were dried in six days. During drying, the moisture, acidity, tannins and cotyledon proteins decreased, but the pH increased. In conclusion, the physical-chemical profile of the dry grain varied in function of the clones evaluated, which presented great potential in the chocolate industry due to their high fat content and good antioxidant capacity.

**Keywords:** quality, Cocoa processing, chocolate.

**Agroproductividad:** Vol. 9, Núm. 1, enero. 2016, pp: 48-54.



## INTRODUCCIÓN

# México

tiene una cultura rica en tradiciones, y una por la que es internacionalmente reconocido es la del cacao (*Theobroma cacao* L.). La llegada del cacao en México se dio con los Olmecas (1500 a.C. a 400 a.C.), quienes fueron los primeros en domesticarlo y utilizarlo. Los Olmecas dieron paso a los Mixezoqueanos (2500 a.C.-1000 d.C.) cuya cultura se desarrolló de Tabasco hasta Guatemala, posicionándose sobre todo en el sitio Izapan, reconocido como centro de dicha civilización ubicada en la llanura de las costas de Chiapas (Beckett, 2009). Uno de los procesos heredados en el cacao es su transformación a bebida, donde en la actualidad, la fermentación de sus almendras es sin duda una operación indispensable para la manifestación apropiada de los precursores del aroma de chocolate. Durante esta etapa, la pulpa que envuelve las semillas son metabolizadas por microorganismos que producen compuestos como el etanol, ácido acético y láctico formados en primera instancia, los cuales son absorbidos por los cotiledones, promoviendo varios cambios físico-químicos, que tendrán notable influencia en el sabor final (Owusu *et al.*, 2011; Wollgast *et al.*, 2000). Mientras que en la etapa de secado ocurre la oxidación de los compuestos polifenólicos que sufren polimerización para la formación de productos de color marrón, matices característicos en la producción del chocolate (Copetti *et al.*, 2012). Sobre el secado se han realizado pocos estudios, a pesar de que los cambios que se producen en la fermentación afectan las características del grano seco al continuar las reacciones iniciadas en el proceso fermentativo (Jinap *et al.*, 1994). Dichos procesos tienen efectos importantes en el perfil de compuestos volátiles y en los compuestos no volátiles del cacao, que a su vez definen la calidad final del chocolate (Schinella *et al.*, 2010). La fermentación y el secado por tanto, son las principales causas de la degradación de polifenoles en el grano de cacao, por lo que el objetivo del presente trabajo fue determinar la influencia del tipo de cacao sobre índices físicos y características químicas usando almendras de clones de alto rendimiento, fermentado en cajas de madera y secado en secador solar tipo invernadero, así como, describir los factores involucrados en el procesamiento del cacao para la obtención de un producto de alta calidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se llevó a cabo en el Campo Experimental Rosario Izapa del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), municipio de Tuxtla el Chico, Chiapas, México (14° 58' N, 92° 09' O) a una altitud de 435 m, con temperatura media anual de 23 °C, 85% de humedad relativa y precipitación de 3100 mm (INAFED, 2005). Para el proceso se cosecharon al azar 200 frutos sanos fisiológicamente maduros de los clones de cacao H12, H13, RIM 44, RIM 88, RIM 105, CARMELO, CRIOLLO INIFAP y LAGARTO. Con las almendras despulpadas, se realizó la fermentación por cinco días en cajas cuadradas (50×50×50cm) de madera de huanacaxtle (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq.), y durante dicho tiempo, la masa de almendras fue removida cada 24 h y se determinó el índice de fermentación con el uso de la técnica descrita por Graziani de Fariñas *et al.* (2003) hasta el final del proceso.

## Caracterización físico-química

Se realizó la caracterización física en almendras de cacao secados al 7% de humedad, y se determinó el largo, ancho, grosor y peso de las almendras secas. Después se realizó la caracterización química considerando las siguientes variables:

**pH y acidez titulable** por el método AOAC (1990).

**Obtención de manteca de cacao.** Las almendras de cacao, secas y molidas (6 g) de cada clon evaluado fueron sometidas a un proceso de extracción mediante un equipo Soxhlet, previa maceración durante 48 h con hexano. Después de evaporar el hexano, se determinó el contenido total de grasas y el residuo se conservó.

**Obtención de extractos polares.** El material vegetal seco, molido y libre de grasa (1 g) se mezcló con etanol al 30% (20 mL) y se acidificó con HCl al 10% hasta alcanzar un pH de 3. Esta mezcla se agitó durante 2 h a temperatura ambiente, de esta manera se aseguró solubilizar los componentes polares, transcurrido dicho tiempo se sometió a centrifugado durante 15 min, y finalmente se filtró y se reservó. El residuo se mezcló con acetona al 70% (20 mL). El filtrado resultante se mezcló con el primer filtrado para ser centrifugados durante 10 min a 4000 rpm, los extractos polares obtenidos se añoraron a 50 mL con agua destilada. De la muestra resultante, 25 mL se destinaron para cuantificar los fenoles y la actividad antioxidante, los restantes 25 mL se vaciaron en cajas petri para ser evaporados.

**Cuantificación de fenoles totales.** En una microplaca de 96 pozos se mezclaron, en cada pozo 25  $\mu$ L de extractos polares de muestra y de diferentes diluciones de ácido gá-

lico, 30  $\mu\text{L}$  de carbonato de sodio al 20%, 125  $\mu\text{L}$  de agua destilada y 20  $\mu\text{L}$  del reactivo de Folin-Ciocalteu. El contenido fenólico total se calculó a partir de la capacidad de reducción del reactivo de Folin-Ciocalteu, utilizando ácido gálico como referencia, llevando a cabo la cuantificación colorimétrica a 750 nm en un espectrofotómetro. Los resultados se expresaron como miligramos de fenoles equivalentes al ácido gálico por gramo de muestra seca.

**Actividad antioxidante.** La evaluación de la actividad antioxidante se llevó a cabo de acuerdo con el método de (Cheng *et al.*, 2006). Se realizó un análisis de varianza considerando un diseño completamente al azar, donde los tratamientos fueron los clones y las variables respuesta los parámetros evaluados. La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Etapas de fermentación de los granos de cacao

Respecto al índice de fermentación se detectó un incremento a medida que transcurrió el proceso fermentativo, alcanzando de 45% a 58% en el día dos y valores mayores a 95% en el día cinco (Cuadro 1). El tiempo

de fermentación de los granos de los clones RIM 44, RIM 88, RIM 105, CARMELO, CRIOLLO INIFAP fue de cuatro días; mientras que en los clones H12, H13 y LAGARTO fue de cinco.

La fermentación se da cuando se combinan los alcoholes, ácidos, pH y humedad, de tal forma que estas condiciones permiten que el embrión en la almendra muera, el sabor amargo por la pérdida de teobromina disminuya, y se produzca un olor y sabor más acentuado a chocolate (Beckett, 2009). Para esto se recomienda colocar las almendras de cacao fresco en un cajón de madera libre de aroma. El cajón debe cubrirse con hojas de plátano (*Musa paradisiaca*) y la masa de almendras se deja en reposo por un periodo de 5 a 7 días, periodo en el que se genera un lixiviado que llega a representar hasta 18% del volumen de la masa de almendras de cacao (Figura 1).

El primer volteo (remoción) de la masa de almendras de cacao se realiza a las 48 h, con volteos posteriores cada 24 h para favorecer las reacciones bioquímicas dentro de la almendra que darán origen a los precursores del sabor y aroma (Figura 2).

La producción de ácido acético durante la fermentación es fundamental, provoca la inhibición del germen, sin embargo, debe ser eliminado durante las etapas de secado y tostado para obtener un chocolate con acidez e intensidad a vinagre baja (Rodríguez *et al.*, 2011). En esta operación se disminuye el contenido de agua, acidez y astringencia de la almendra que se ha ido desarrollando, y es importante que el secado sea lento y a bajas temperaturas especialmente en el comienzo de esta operación.

### Etapas de secado los granos de cacao

El secado hasta 7% de humedad en el secador tipo invernadero (Figura 3) tuvo una duración de cinco días en las almendras de los clones RIM 44, RIM 88, RIM 105, CARMELO y CRIOLLO INIFAP; mientras que, en las de los clones H12, H13 y LAGARTO fue de seis bajo las mismas condiciones. De acuerdo con Wan y Meor (2007) en el secado se deben considerar factores tales como, el tiempo de almacenamiento, temperatura y contenido de humedad para garantizar la calidad de la almendra, ya que el fin último es reducir la humedad de cosecha en la almendra para su posterior almacenamiento y comercialización con seguridad (Tinoco y Yomali, 2010).

### Calidad físico-química del grano de cacao

El genotipo tiene influencia en la calidad e intensidad del sabor del chocolate de acuerdo a cada variedad de cacao, probablemente por que determina la cantidad de precursores y la actividad enzimática que contribuyen a la formación del sabor (Afoakwa *et al.*, 2011). En el Campo Experimental Rosario Izapa-INIFAP

**Cuadro 1.** Índice de fermentación (IF) de almendras de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) con potencial productivo.  $n=9 \pm$  Desviación Estándar.

Clon de cacao	Días de fermentación		
	2	4	5
RIM 44	57.12 $\pm$ 1.16	98.12 $\pm$ 1.13	-
RIM 88	56.11 $\pm$ 0.87	99.58 $\pm$ 0.74	-
RIM 105	56.42 $\pm$ 0.96	99.15 $\pm$ 0.88	-
CARMELO	58.34 $\pm$ 1.01	98.95 $\pm$ 0.64	-
CRIOLLO INIFAP	58.45 $\pm$ 0.74	98.32 $\pm$ 0.75	-
H 12	45.17 $\pm$ 0.89	65.58 $\pm$ 0.93	98.56 $\pm$ 1.17
H 13	47.35 $\pm$ 1.20	63.89 $\pm$ 0.87	99.23 $\pm$ 1.05
LAGARTO	56.11 $\pm$ 0.91	64.35 $\pm$ 0.94	97.35 $\pm$ 1.16



**Figura 1.** A: Cajón fermentador de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.). B: Cobertura del fermentador con hojas de plátano. C: Monitoreo de temperatura interna de la masa de almendras con registro de temperatura y humedad relativa ambiental. D-E: Recolección del lixiviado del cacao.



**Figura 2.** A: Volteo de la masa de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el fermentador de madera. B: Mezcla homogénea de la masa de cacao.

se cuenta con clones de cacao que se caracterizan por de alto rendimiento que se someten a la fermentación en cajas de madera y secado de los granos en secador tipo invernadero (Figura 4).

#### Perfil de calidad físico-química de clones de cacao

El Cuadro 2 muestra las características físicas de las almendras de cacao con un valor máximo para la longitud de 22.14 mm correspondiente al clon RIM 88 y un valor mínimo de 19.81 mm para el clon LAGARTO, sin diferencia significativa entre estos dos clones. En cuanto al ancho de los granos los valores oscilaron entre 13.39 mm como máximo para RIM 88 y como mínimo

para H12 de 11.23 mm, indicando diferencia significativa entre estos. Aunque CARMELO fue el clon que tuvo el mayor grosor (9.26 mm), con diferencias significativas. El clon RIM 88 registró mayor masa (1.45 g) y la mínima fue para H12 con 0.90 g.

Los valores de pH en los clones evidenciaron que existen diferencias significativas, principalmente entre H 13 y RIM 105 (pH de 6.04 y 5.03 respectivamente) (Cuadro 3). El porcentaje de acidez es un factor que determina la calidad del cacao, por lo que su contenido es de gran importancia para la industria chocolatera. De acuerdo con trabajos donde se describen los procesos de fermen-



**Figura 3.** A: Secador solar tipo invernadero. B: Secado de almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.) en cajones de madera. C: Control de humedad relativa y temperatura en el interior del secador. D: Almendras de cacao al final del secado.

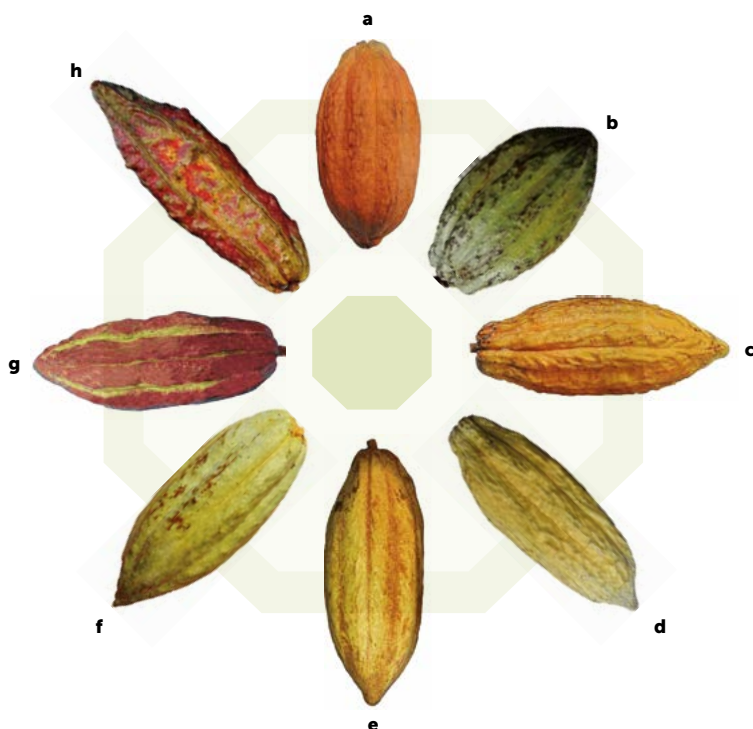
tación (Jinap *et al.*, 2008), las almendras fermentadas presentan una acidez mayor al 1%, con base en ácido acético. Tomando en cuenta que los granos estudiados en este trabajo se sometieron a fermentación y secado se obtuvieron valores por debajo de los mencionados.

La manteca de cacao es muy demandada por la industria alimentaria, ya que es uno de los principales componentes del chocolate. Existe una diferencia significativa entre los genotipos RIM 88 que registró mayor porcentaje (60.62%) y CRIOLLO INIFAP el menor (48.18%) (Cuadro 3). Un estudio realizado por Mendoza *et al.* (2011) reportan que los materiales identificados como RIM e híbridos son los más sobresalientes por rendimiento y contenido de grasa, datos que coinciden con lo que obtenido en este trabajo; además mencionan que el cacao tiene en promedio 50% de grasa valor muy semejante a del grupo de clones evaluados con una media de 51.46%.

Los polifenoles son compuestos presentes en el cacao en grandes cantidades (Misnawi *et al.*, 2004). En un estudio que se llevó a cabo en almendras de cacao secas en Caracas, Venezuela, se obtuvo un promedio de fenoles totales de 60.66 mg GAE g<sup>-1</sup> muestra seca, este valor coincide con algunos obtenidos en este trabajo (Padilla, 2008). Los clones como LAGARTO, CRIOLLO INIFAP y RIM 105 presentaron mayor cantidad de dichos compuestos (108.26, 99.31, 92.68 y 91.44 mg GAE·g<sup>-1</sup> de muestra seca, respectivamente) (Cuadro 3).

Al evaluar la actividad antioxidante de las almendras de los diferentes genotipos, el clon CARMELO presentó el valor más bajo de IC<sub>50</sub> con 11.99 μg mL<sup>-1</sup> de muestra seca, lo cual implica que se requiere una cantidad más baja de extracto polar libre de grasa para reducir en 50% el radical DPPH utilizado en esta investigación. A partir del ensayo de alto rendimiento se obtuvo el valor de RDSC para evaluar la capacidad antioxidante de las muestras estudiadas con respecto al trolox que es un compuesto análogo a la vitamina E. Los valores de RDSC se expresaron en mmol de equivalentes de trolox por gramo de muestra en base seca. De acuerdo a los valores obtenidos de los clones (Cuadro 3), el clon CARMELO registró capacidad antioxidante superior con valor de RDSC de 0.30 TE mmol·g<sup>-1</sup> respecto al resto de los clones.

Existe diferencia significativa entre los clones evaluados, y los genotipos CARMELO, CRIOLLO INIFAP y RIM 105 fueron los clones que requieren de menor cantidad de extracto polar libre de grasa, para reducir en 50% el radical DPPH con los valores de IC<sub>50</sub> 11.9918, 17.9808 y 24.8430 μg mL<sup>-1</sup> de muestra seca obteniendo de esta manera una actividad antioxidante superior al resto de los genotipos, además, las almendras de CARMELO, CRIOLLO



**Figura 4.** Frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.): a: H12, b: H13, c: RIM 44, d: RIM 88, e: RIM 105, f: CARMELO, g: CRIOLLO INIFAP, h: LAGARTO (*Theobroma pentagona*).

INIFAP, seguido de RIM 105 tuvieron valores superiores de RDSC con 0.87, 0.54 y 0.46 TE mmol g<sup>-1</sup> de muestra seca respecto a los otros clones.

## CONCLUSIONES

El tipo de cacao influye sobre las propiedades de la almendra variando los índices físicos y características químicas en función del clon, fermentado en cajas de madera y secado del grano en secador solar tipo invernadero. El perfil físico-químico del grano está en función del genotipo, mismos que muestran alto potencial industrial por su contenido de grasa y actividad antioxidante.

## LITERATURA CITADA

- Afoakwa E.O., Quao J. 2011. Chemical composition and physical quality characteristics of Ghanaian cocoa beans as affected by pulp pre-conditioning and fermentation. *Journal Food Science and Technology* 9.
- Beckett S.T. 2009. *Industrial Manufacture and use*. Fourth edition. Volume 1. Blackwell Publishing. 360 p.
- Cheng Z., Moore J., Liangli L. 2006. High throughput relative DPPH radical scavenging capacity assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 7429-7436.

**Cuadro 2.** Características físicas de almendras de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.). n=15 ± desviación estándar.

Clon	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Grosor (mm)	Peso (g)
H 12	20.85 ± 1.91 a	11.23 ± 0.83 c	6.64 ± 0.76 d	0.90 ± 0.13 d
H 13	22.26 ± 2.09 a	12.75 ± 0.68 ab	7.65 ± 1.03 bcd	1.21 ± 0.15 ab
RIM 44	20.40 ± 1.06 a	11.65 ± 0.68 bc	7.25 ± 0.80 cd	0.91 ± 0.08 d
RIM 88	22.14 ± 1.37 a	13.39 ± 0.87 a	8.68 ± 0.63 bc	1.45 ± 0.16 a
RIM 105	21.33 ± 1.92 a	12.92 ± 1.03 ab	8.69 ± 1.17 bc	1.37 ± 0.33 ab
CARMELO	20.88 ± 1.47 a	12.91 ± 1.05 ab	9.26 ± 1.63 ab	1.13 ± 0.09 bcd
CRIOLLO INIFAP	20.98 ± 0.97 a	11.96 ± 0.52 bc	6.99 ± 0.81 d	0.94 ± 0.02 cd
LAGARTO	19.81 ± 1.72 a	11.62 ± 0.88 bc	10.39 ± 1.09 a	1.20 ± 0.14 bc

Medias con letra diferente, muestra diferencia estadística según la prueba de Tukey con una P≤0.05.

**Cuadro 3.** Características físicas de almendras de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) evaluados. n=15 ± desviación estándar.

Clon	pH	Acidez (% ácido acético)	Grasa (%)	Fenoles totales (mg GAE g <sup>-1</sup> ms)	IC50 μg mL <sup>-1</sup>	RDSC (mmol mL <sup>-1</sup> )
H 12	5.72 ± 0.09 b	0.14 ± 0.002 d	50.91 ± 0.79 bc	87.48 ± 1.41 cd	53.58 c	1 ms)
H 13	6.04 ± 0.05 a	0.13 ± 0.002 def	51.06 ± 1.11 bc	81.17 ± 4.79 d	30.79 d	0.34 e
RIM 44	5.71 ± 0.04 b	0.12 ± 0.001 f	49.37 ± 1.24 bc	51.31 ± 1.71 e	61.42 a	0.16 h
RIM 88	5.79 ± 0.09 b	0.13 ± 0.005 ef	60.62 ± 1.15 a	50.17 ± 1.63 e	54.54 b	0.18 g
RIM 105	5.03 ± 0.09 c	0.24 ± 0.002 a	48.48 ± 1.75 c	92.68 ± 3.38 bc	24.84 f	0.46 c
CARMELO	5.68 ± 0.02 b	0.17 ± 0.004 c	50.74 ± 1.34 bc	80.72 ± 1.18 d	11.99 h	0.87 a
CRIOLLO INIFAP	5.61 ± 0.07 b	0.14 ± 0.012 de	48.18 ± 0.52 c	99.31 ± 4.88 b	17.98 g	0.54 b
LAGARTO	5.72 ± 0.09 b	0.20 ± 0.001 b	52.34 ± 2.06 b	108.26 ± 2.06 a	30.00 e	0.35 d

Medias con diferente letra, muestra diferencia estadística según la prueba de Tukey con una P≤0.05.

- Copetti M.V. 2012. The effect of cocoa fermentation and weak organic acids on growth and ochratoxin a production by *Aspergillus* species. *International Journal of Food Microbiology* 30: 1-7.
- Graziani de Fariñas L., Ortiz de Bertorelli L., Álvarez N., Trujillo de Leal A. 2003. Fermentación del cacao en dos diseños de cajas de madera. *Agronomía Tropical*. 53:175-187.
- INAFED. 2005. Los municipios del estado de Chiapas. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de los municipios de México. [www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/municipios/municipios.htm](http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/chiapas/municipios/municipios.htm) (Consultado el 21 de julio, 2014).
- Jinap S., Ikrawan Y., Bakar J., Saari N., Lioe H.N. 2008. Aroma Precursors and Methylpyrazines in Underfermented Cocoa Beans Induced by Endogenous Carboxypeptidase. *Journal of Food Science* 73: 141-147.
- Mendoza-López, A., Gallardo-Méndez, R. A., Avendaño-Arrazate, C. H. 2011. El mundo del cacao. *Agroproductividad* 2:18-26.
- Misnawi S., Jinap, Jamilah B. (2004). Sensory properties of cocoa liquor as affected by polyphenol concentration and duration of roasting. *Elsevier* 15: 403-409.
- Owusu, M.T., Agerlin, P.M., Heimdal, H. 2011. Effect of fermentation method, roasting and conching conditions on the aroma volatiles of dark chocolate. *Journal of Food Processing and Preservation* 10: 1-9.
- Padilla F.C. 2008. Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 58: 303-308.
- Rodríguez C., Escalona B., Orozco A., Lugo C.E., Jaramillo F. 2011. Dynamics of volatile and non-volatile compounds in cocoa (*Theobroma cacao* L.) during fermentation and drying processes using principal components analysis. *Elsevier* 14: 250-258.
- Schinella G., Mosca S., Cienfuegos E., Pasamar M.A., Muguera B., Ramón D., Ríos J.L. 2010. Antioxidant properties of polyphenol-rich cocoa products industrially processed. *Food Research International* 43: 1614-1623.
- Tinoco H.A., Yomali O.D. 2010. Análisis del proceso de deshidratación de cacao para la disminución del tiempo de secado. *Revista EIA* 13: 53-63.
- Wan R., Meor Z. 2007. Drying with chemical reaction in cocoa beans. *Taylor & Francis*, 25: 867-875.
- Wollgast J., Anklam E. 2000. Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International* 33: 423-447.

